

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-216368

(43)Date of publication of application : 19.08.1997

(51)Int.Cl.

B41J 2/135

(21)Application number : 08-025430

(71)Applicant : SEIKO EPSON CORP

(22)Date of filing : 13.02.1996

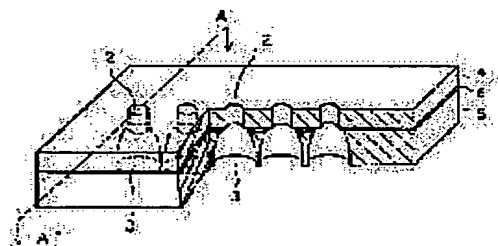
(72)Inventor : KAMISUKE SHINICHI

(54) INK JET NOZZLE PLATE AND ITS PRODUCTION

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To produce orifices and taper parts high in shape accuracy and to inexpensively provide an ink jet recording apparatus excellent in printing quality.

SOLUTION: Orifices 2 are formed to the active layer 4 of an SOI substrate 1 by plasma etching and taper parts 3 are formed to the part corresponding to the support 5 of the SOI substrate 1 to form an ink jet nozzle plate. The taper parts 3 are formed by alkali anisotropic etching or by alkali anisotropic etching and plasma etching succeeding thereto. The SOI substrate having the active layer 4 formed thereto by a CVD method is used to form the ink jet nozzle plate.



BEST AVAILABLE COPY

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-216368

(43)公開日 平成9年(1997)8月19日

(51)Int.Cl.⁶

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

B 4 1 J 2/135

B 4 1 J 3/04

1 0 3 N

審査請求 未請求 請求項の数8 O L (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平8-25430

(22)出願日 平成8年(1996)2月13日

(71)出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72)発明者 紙透 真一

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

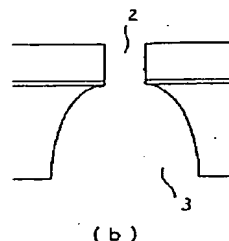
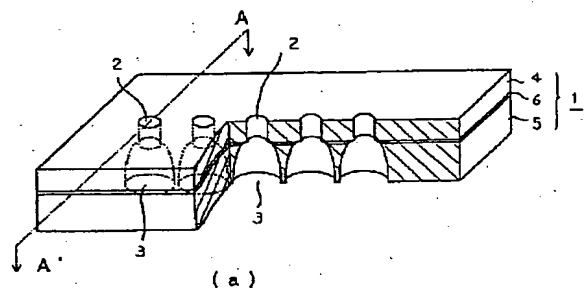
(74)代理人 弁理士 鈴木 喜三郎 (外1名)

(54)【発明の名称】 インクジェットノズルプレートおよびその製造方法

(57)【要約】

【解決手段】 SOI基板1の活性層4にプラズマエッチングにより、オリフィス2を形成し、SOI基板1の支持体5の対応する部分にテーパ部3を形成することにより、インクジェットノズルプレートを形成する。また、テーパ部3はアルカリ異方性エッチングまたはアルカリ異方性エッチングに続いてプラズマエッチングを行うことにより形成する。また、活性層4がCVD法により形成されているSOI基板を用いて、インクジェットノズルプレートを形成する。

【効果】 形状精度の高いオリフィスおよびテーパ部を安価に製造することができ、したがって印字品質に優れたインクジェット記録装置を安価に提供できる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 インクジェット記録装置に用いられ、Si基板を構成部材とするインクジェットノズルプレートにおいて、前記Si基板がSOI基板であり、該SOI基板の活性層に単一または複数のオリフィスが該活性層を貫通するように形成され、該SOI基板の支持体の前記オリフィスに対応する箇所に該支持体を貫通するようにテーパー穴が形成され、前記オリフィスと前記テーパー穴とは連通していることを特徴とするインクジェットノズルプレート。

【請求項2】 前記SOI基板の活性層がCVD法により形成された多結晶Siからなることを特徴とする請求項1記載のインクジェットノズルプレート。

【請求項3】 インクジェット記録装置に用いられ、Si基板を構成部材とするインクジェットノズルプレートの製造方法において、Si基板をSOI基板とし、該SOI基板の活性層に単一または複数のオリフィスをプラズマエッチングによって該活性層を貫通するように形成し、該SOI基板の支持体の前記オリフィスに対応する箇所に、該支持体を貫通するようにプラズマエッチングによってテーパー穴を形成し、前記オリフィスと前記テーパー穴とを連通させることを特徴とするインクジェットノズルプレートの製造方法。

【請求項4】 インクジェット記録装置に用いられ、Si基板を構成部材とするインクジェットノズルプレートの製造方法において、Si基板をSOI基板とし、該SOI基板の活性層に単一または複数のオリフィスをプラズマエッチングによって該活性層を貫通するように形成し、該SOI基板の支持体の前記オリフィスに対応する箇所に、該支持体を貫通するようにアルカリ異方性エッチングによってテーパー穴を形成し、前記オリフィスと前記テーパー穴とを連通させることを特徴とするインクジェットノズルプレートの製造方法。

【請求項5】 インクジェット記録装置に用いられ、Si基板を構成部材とするインクジェットノズルプレートの製造方法において、Si基板をSOI基板とし、該SOI基板の活性層に単一または複数のオリフィスをプラズマエッチングによって該活性層を貫通するように形成し、該SOI基板の支持体の前記オリフィスに対応する箇所に、該支持体を貫通するようにアルカリ異方性エッチングに続いてプラズマエッチングによってテーパー穴を形成し、前記オリフィスと前記テーパー穴とを連通させることを特徴とするインクジェットノズルプレートの製造方法。

【請求項6】 前記SOI基板の活性層がCVD法により形成されていることを特徴とする請求項3乃至5記載のインクジェットノズルプレートの製造方法。

【請求項7】 前記オリフィスの製造方法が、ハロゲン系ガスをを用いたプラズマエッチングによることを特徴とする請求項3乃至6記載のインクジェットノズルプレ

の製造方法。

【請求項8】 前記テーパー穴のプラズマエッチングによる製造方法が、フッ素系ガスをを用いたプラズマエッチングによることを特徴とする請求項3または5または6記載のインクジェットノズルプレートの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はインク滴を紙等に吐出し印字するインクジェット記録装置のヘッド部において用いられる、インク滴の吐出口となるノズルが形成されているインクジェットノズルプレートおよびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】これまで、さまざまな形式のインクジェット記録装置が開発されてきたが、その中で、本出願人が特開平5-50601号公報において提案した静電気を駆動力とするインクジェット記録装置は、高印字品質・長寿命という特徴を有するものであるが、このインクジェット記録装置の一方式として、ノズルが基板表面に形成されるフェイス型インクジェットヘッドが提案されている。また、本出願人は特開平4-312853号公報において高密度の、すなわち、インク滴の吐出口であるノズル間ピッチの小さいSi製インクジェットノズルプレートの製造方法を提案している。これらのインクジェット記録装置またはインクジェットノズルプレートを用いたインクジェット記録装置においては、それまでのインクジェット記録装置に比べて高い印字品質および耐久性が得られたが、たとえば、前記の特開平4-312853号公報で提案されているインクジェットノズルプレートでは、オリフィスの長さにおいて±3ミクロン程度のばらつきを有していた。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】一般に、インクジェット記録装置における印字品質は、インク滴の大きさやインク吐出速度といった特性のばらつきに左右され、さらに、これらの特性は、オリフィスの流体抵抗のばらつきにより大きく影響を受ける。さらに高い印字品質を得たい場合には、オリフィスの径や長さ等の寸法の公差が厳しくなり、具体的には、±1ミクロン程度の加工精度が要求されている。

【0004】そこで本発明は、上記したような課題を解決するもので、その目的とするところは高印字品質のインクジェット記録装置に必要とされるノズル各部の寸法ばらつきが小さいインクジェットノズルプレートを提供するところにある。また、その他の本発明の目的は、ノズル各部の寸法ばらつきが小さいインクジェットノズルプレートを安価に提供するところにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明のインクジェットノズルプレートは、インクジェット記録装置に用いら

れ、Si基板を構成部材とするインクジェットノズルプレートにおいて、前記Si基板がSOI基板であり、SOI基板の活性層に単一または複数のオリフィスが活性層を貫通するように形成され、SOI基板の支持体のオリフィスに対応する箇所に支持体を貫通するようにテーパー穴が形成され、オリフィスとテーパー穴とは連通していることを特徴とする。

【0006】SOI (Silicon on Insulator) 基板はLSIの高速化を目的として開発されてきた、基板中にSiO₂層を有するSi基板である。SOI基板は、一般的には、数百ミクロンの厚みの支持体と呼ばれるSi板の上に誘電体層としてSiO₂層が形成され、その上に活性層と呼ばれる薄い(0.数〜数ミクロン)Si層が形成されているもので、活性層の厚みは非常に高い精度で形成される(一般的には厚み精度0.01ミクロン)が、LSI製造に使用する場合、活性層に集積回路が形成される。本発明においては、SOI基板を用い、SOI基板の活性層にインクを紙等に吐出する穴であるオリフィスを形成することによって、オリフィスの長さを活性層の厚みと同一にすること

で非常に高い形状精度とすることができる。【0007】また、本発明のインクジェットノズルプレートは、前記SOI基板の活性層がCVD法により形成された多結晶Siからなることを特徴とする。

【0008】SOI基板は、一般的には、貼り合わせ法と呼ばれる方法により製造される。この方法では、活性層となるべきSi基板と支持体となるべきSi基板の貼り合わせ面のどちらかまたは両方ともに熱酸化法によりSiO₂膜を形成した後、両基板を貼り合わせ、活性層となるSi基板を研磨等の方法により、所望厚みに加工するものであるが、貼り合わせや研磨等の工程に時間を要するために製造コストが非常に高い。本発明では、活性層として支持体上に、CVD法により形成されたSi層を活性層として用いるので、SOI基板の製造コストが低いという利点がある。

【0009】また、本発明のインクジェットノズルプレートの製造方法は、前記したオリフィスをプラズマエッチングにより形成すること、さらにプラズマエッチングはハロゲン系ガスを用いていることを特徴とし、また、前記テーパー穴をプラズマエッチングにより形成し、さらにこのプラズマエッチングではフッ素系ガスを用いていることを特徴とする。また、テーパー穴の形成方法としては、アルカリ異方性エッチングにより形成することも特徴とする。

【0010】プラズマエッチングは、一般的に、エッチングガスの種類・圧力・プラズマを発生させるための電力等の条件を整えることにより形状精度が良いエッチングが可能である。特に、Siはその塩化物、フッ化物等のハロゲン化物の蒸気圧が高いために塩素系、またはフッ素系のガス等を用いてのプラズマエッチングにより、

エッチングレートが大きく、かつ、良好な形状精度での加工が可能であるが、SOI基板中のSiO₂層がプラズマエッチングにおいてエッチングストップ層として働くために、前記オリフィスおよびテーパー穴の深さは、非常に精度良く形成できる。アルカリ異方性エッチングにより形成されるテーパー形状もインクジェットノズルのテーパー穴の形状としてふさわしいものであり、かつ、前記のように、SOI基板中のSiO₂層がアルカリ異方性エッチングにおいてもエッチングストップ層として働くために、前記テーパー穴の深さは、非常に精度良く形成できる。

【0011】また、本発明のインクジェットノズルプレートの製造方法は、前記テーパー穴をアルカリ異方性エッチングに続いてプラズマエッチングにより形成すること、を特徴とする。アルカリ異方性エッチングにより形成されるテーパー穴にさらにプラズマエッチングを施すことによって得られるテーパー穴の形状もインクジェットノズルのテーパー穴の形状としてふさわしいものである。

【0012】

【発明の実施の形態】以下本発明の好適な例を、図面を用いて詳細に説明する。

【0013】図1(a)は、本発明の第1の実施例におけるインクジェットノズルプレートの斜視図であり、一部断面を示してある。図1(b)は、図1(a)のA-A'のノズル部分の拡大断面図である。図1に示すように、本実施例におけるインクジェットノズルプレートは、オリフィス2がSOI基板1の活性層4中に形成され、テーパー部3は、支持体5に形成されてなる構造を有し、SOI基板1は内部にSiの熱酸化膜(SiO₂)である誘電体層6により活性層4及び支持体5は電的に分離されているものであるが、活性層4及び支持体5はともにSi単結晶からなる。図1に示したインクジェットノズルプレートの製造工程を図2に示す。活性層4の厚みが15ミクロン、誘電体層6の厚みが0.1ミクロン、支持体5の厚みが100ミクロンであるようなSOI基板1(活性層4および支持体5の結晶面方位はともに(100)面である)を水蒸気を含む酸素雰囲気において摂氏1100度、4時間の熱処理を行い、SOI基板1の両面に厚み1.5ミクロンの熱酸化膜8・9を形成する(図2(a))。ついで、熱酸化膜8・9にフォトリソエッチング処理を施すことにより、それぞれにオリフィス2およびテーパー部3に対応するパターンを加工する(図2(b))。次に、熱酸化膜8が形成されている面(活性層側の面)に第1回目のプラズマエッチング処理を施し、オリフィス2を形成する(図2(c))。このプラズマエッチングにはハロゲン(フッ素、塩素、臭素)系のガスを用い、基板表面に対して垂直な穴が加工されるような条件を用いることによりオリフィス2の壁面がSOI基板1の表面に対し、ほぼ垂直であるような加工を施すことができる。また、プラズマエッチング処

理は、エッチング除去されるべきSiがすべて除去されたところで誘電体層6が露出することにより自動的にエッチングは終了し（エッチストップ）、そのときのオリフィス長さは活性層4の厚みと同一となるよう加工される。すなわち、プラズマエッチングでのウェハ内、パッチ間におけるSiのエッチングレートにばらつきがあったとしても、活性層4の厚みばらつきの範囲内（±0.01ミクロン程度）で一定の長さのノズルが容易に形成できる。ハロゲン系のガスを用いたプラズマエッチングではSiのエッチングレートに比べ、SiO₂のエッチングレートは非常に小さいため、エッチストップが可能となる。次に、テーパー部3を形成するために、テーパー部3の形成される面に第2回目のプラズマエッチング処理を施す。このプラズマエッチングにおいては、オリフィス2を形成した第1回目のプラズマエッチングの条件と異なり、フッ素系のガスを主に用いることによりアンダーカット量の多いテーパー形状に加工することができ（図2（d））。オリフィスの加工と同様にテーパー部3の加工でもプラズマエッチング処理は被加工部の底面で誘電体層6が出現したところで自動的に終了となるため、テーパー部3も非常に精度良く加工できる。最後に、SOI基板1全体をフッ酸系エッチング液に浸漬し、熱酸化膜8・9と、オリフィス2とテーパー部3との間の誘電体層6を除去し、インクジェットノズルプレートが完成する（図2（e））。本実施例におけるインクジェットノズルプレートは、インク液の流路となるノズル（オリフィス2およびテーパー部3）の加工精度は、寸法設計値に対し±1ミクロン以内に仕上がっており、すなわち、インク液の流れに対する流体抵抗は、ノズル間でのばらつきが非常に小さく、このインクジェットノズルプレートを用いて組み立てられたインクジェット記録装置により印字検査を行ったところ、ノズル間でのインク吐出量および速度のばらつきが非常に小さく、印字品質に優れたインクジェット記録装置を提供することができた。本実施例では、活性層4および支持体5はともに（100）面方位であったが、（110）等の他の面を用いても、また、活性層と支持体の面方位が異なるような組み合わせであっても上記の効果は変わるところはない。

【0014】次に、本発明の別の実施例（第2の実施例）について詳細に説明する。

【0015】図3（a）は本発明の第2の実施例におけるインクジェットノズルプレートの斜視図であり、一部断面を示してある。図3（b）は図3（a）のA-Aのノズル部分の拡大断面図である。図3に示したように、本実施例におけるインクジェットノズルプレートは、本発明の第1の実施例と同様にSOI基板を加工したものであるが、支持体5aに形成されるテーパー部3aはアルカリを用いた結晶異方性エッチングにより形成されるものである。図3に示したインクジェットノズルブ

レートの製造工程を図4に示す。活性層4a、誘電体層6aおよび支持体5aの厚みはそれぞれ本発明の第1の実施例の場合と同一であるSOI基板1a（ただし、活性層4aおよび支持体5aの結晶面方位は（110）面である）に本発明の第1の実施例の場合と同様に熱酸化膜8a・9aを形成し（図4（a））、ついで熱酸化膜8a・9aにそれぞれオリフィス2aおよびテーパー部3aに対応するパターンを形成する（図4（b））。その際、熱酸化膜8aのフッ酸系エッチング液によるエッチングはSiO₂の厚み方向において一部（0.7ミクロン）を残すようにハーフエッチングする。また、熱酸化膜9のパターンはSiの湿式アルカリ異方性エッチングによりテーパー部3aを形成するための結晶方位に依存したパターンである。図4（c）の工程において上記のアルカリを用いた結晶異方性エッチングを行い、テーパー部3aを形成する。本実施例においては、アルカリ液として、濃度17重量パーセントのKOH水溶液を摄氏80度に加熱したものを、所定時間のエッチングを施した。所定時間とは、1パッチ内で支持体5aの厚みの最も厚い部分（本実施例では厚みの平均値+10ミクロン以下）がエッチングにより貫通できる時間である。この場合、支持体5aの厚みのより薄い部分では、オーバーエッチングとなるが第1の実施例の場合と同様に、支持体5aがすべてエッチングされた時点で誘電体層6aが出現し自動的にエッチストップとなる。次に、SOI基板1aをフッ酸系エッチング液により処理し、熱酸化膜8aのうち図4（b）の工程においてハーフエッチングにより残した部分を除去する（図4（d））。当初この部分のSiO₂厚みは0.7ミクロンであったが図4（c）の工程において約0.3ミクロンとなっており、上記のフッ酸系エッチング液によるエッチングでは0.3ミクロンのSiO₂が充分に除去できる時間だけ処理すればよい。次に、熱酸化膜8a側の面のプラズマエッチング処理を、本発明の第1の実施例と同様に行い、オリフィス2aを形成する（図4（e））。最後に、SOI基板1a全体をフッ酸系エッチング液に浸漬し、熱酸化膜8a・9aを除去し、インクジェットノズルプレートが完成する（図4（f））。本実施例におけるインクジェットノズルプレートは、インク液の流路となるノズル（オリフィス2aおよびテーパー部3a）の加工精度は、第1の実施例と同様に、寸法設計値に対し±1ミクロン以内に仕上がっており、流体抵抗値のばらつきは非常に小さい。本実施例では、活性層4aおよび支持体5aは（110）面方位であったが、（100）等の他の面方位であっても上記した効果に変わるところはない。

【0016】次に、本発明の別の実施例（第3の実施例）について詳細に説明する。

【0017】図5（a）は、本発明の第3の実施例におけるインクジェットノズルプレートの斜視図であり、一部断面を示してある。図5（b）は図5（a）のA-A

のノズル部分の拡大断面図である。図5に示したように、本実施例におけるインクジェットノズルプレートは、本発明の第1の実施例と同様にSOI基板を加工したものであるが、支持体5bに形成されるテーバ部3bはアルカリを用いた結晶異方性エッチングおよびプラズマエッチングにより形成されるものである。図5に示したインクジェットノズルプレートの製造工程を図6に示す。活性層4b、誘電体層6bおよび支持体5bの厚みはそれぞれ本発明の第1の実施例の場合と同一であるSOI基板1b（ただし、活性層4bおよび支持体5bの結晶面方位は（100）面である）に本発明の第1の実施例の場合と同様に熱酸化膜8b・9bを形成し（図6（a））、熱酸化膜8b・9bにそれぞれオリフィス2bおよびテーバ部3bに対応するパターンを形成する（図6（b））。その際、熱酸化膜8bのフッ酸系エッチング液によるエッチングはSiO₂の厚み方向において一部（0.7ミクロン）を残すようにハーフエッチングする。また、テーバ部3bに対応するパターンの形状は正方形とし、たとえばその一辺の長さは110ミクロンとする。次に、本発明の第2の実施例と同様に湿式アルカリ異方性エッチングを所定時間行い、逆ピラミッド型の穴10bを形成する（図6（c））。ついで、本発明の第1の実施例と同様に、熱酸化膜9bの側を主にフッ素系のガスを用いたプラズマエッチングにより、アンダーカット量の多い条件にて、誘電体層6bが出現するまで加工を行い、テーバ部3bを形成する（図6（d））。次に、SOI基板1bをフッ酸系エッチング液により処理し、熱酸化膜8bのうち図6（b）の工程においてハーフエッチングにより残した部分を除去する（図6（e））。当初この部分のSiO₂厚みは0.7ミクロンであったが図6（c）の工程において約0.3ミクロンとなっており、上記のフッ酸系エッチング液によるエッチングでは0.3ミクロンのSiO₂が十分に除去できる時間だけ処理すればよい。次に、熱酸化膜8bの側を本発明の第1または第2の実施例の場合と同様に、基板表面に対し、垂直穴が加工できる条件にて、SOI基板1bが貫通するまでプラズマエッチングを行って、オリフィス2bを形成し（図6（f））、最後にSOI基板1b全体をフッ酸系エッチング液に浸漬し、熱酸化膜8b・9bを除去し、インクジェットノズルプレートが完成する（図6（g））。本実施例におけるインクジェットノズルプレートでは、本発明の第1および第2の実施例に比べ（図1（b）、図3（b）、図5（b）を比較）、テーバ穴3bのアスペクト比（深さ／平面寸法）を大きくできるため、ノズルの流路抵抗値の選択の幅が拡大する。また、テーバ穴加工でのプラズマエッチング量の割合が減少するので、低コスト化が実現できる。本実施例では、活性層4bは（100）面方位であったが、（110）等の他の面であっても上記の効果が変わるところはない。

【0018】次に、本発明の別の実施例（第4の実施例）について詳細に説明する。

【0019】本実施例におけるインクジェットノズルプレート（図示しない）は、本発明の第1の実施例と同様にSOI基板を加工したもので、寸法・形状・加工プロセス等は本発明の第1の実施例と基本的に同一である。異なる点は、活性層が単結晶Siではなく、CVD法により形成された多結晶Siからなることである。前記のように、CVD法により活性層を形成することにより、本実施例において、本発明の第1の実施例の場合と同一条件により、活性層に対し、SOI基板表面に対して加工面が垂直にできるようなプラズマエッチング処理を施すが、本プラズマエッチング処理におけるエッチングレート・寸法・形状は被加工材の結晶性（単結晶であるか、多結晶であるか）にはほとんど依存せず、すなわち、寸法・形状に関しては、本発明の第1の実施例の場合とほぼ同一であり、設計規格である±1ミクロン以内が達成されている。したがって、本実施例におけるインクジェットノズルプレートを用いたインクジェットヘッドでのインク吐出特性は本発明の第1の実施例の場合と同様に、印字品質に優れており、かつ、このようなインクジェットノズルプレートを安価に提供することができた。

【0020】

【発明の効果】以上に記したように、本発明によれば、Si基板を構成部材とするインクジェットノズルプレートにおいて、SOI基板を用い、SOI基板の活性層および支持体にノズルとなるべきオリフィスおよびテーバ部を形成することにより非常に高精度のインクジェットヘッド用のノズルが加工でき、したがって、高印字品質のインクジェットヘッドを提供することができる。

【0021】また、本発明によれば、前記オリフィスはプラズマエッチングにより形成され、前記テーバ部はプラズマエッチングまたはアルカリ異方性エッチングまたはアルカリ異方性エッチングに続いてプラズマエッチングを行うことにより形成されることにより、高精度なノズルを得ることができ、したがって、高印字品質のインクジェットヘッドを提供することができる。

【0022】また、本発明によれば、前記活性層をCVDにより形成することにより、高精度なノズルプレートを安価に提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例におけるインクジェットノズルプレートの一部断面を示す斜視図およびノズル部の拡大断面図である。

【図2】本発明の一実施例におけるインクジェットノズルプレートの製造工程図である。

【図3】本発明の別の実施例におけるインクジェットノズルプレートの一部断面を示す斜視図およびノズル部の拡大断面図である。

(6)

特開平9-216368

9

10

【図4】本発明の別の一実施例におけるインクジェットノズルプレート9の製造工程図である。

【図5】本発明のさらに別の一実施例におけるインクジェットノズルプレートの一部断面を示す斜視図およびノズル部の拡大断面図である。

【図6】本発明のさらに別の一実施例におけるインクジェットノズルプレートの製造工程図である。

【符号の説明】

1, 1 a, 1 b SOI基板

*

* 2, 2 a, 2 b

オリフィス

3, 3 a, 3 b

テーパ部

4, 4 a, 4 b

活性層

5, 5 a, 5 b

支持体

6, 6 a, 6 b

誘電体層

8, 8 a, 8 b

熱酸化膜

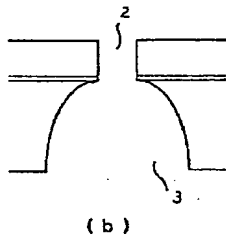
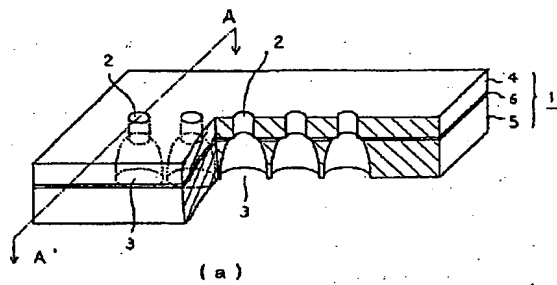
9, 9 a, 9 b

熱酸化膜

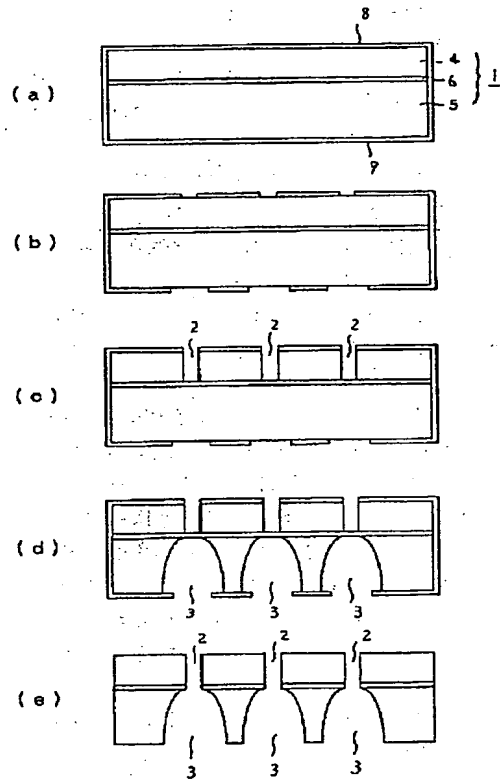
10 b

逆ピラミッド型の穴

【図1】

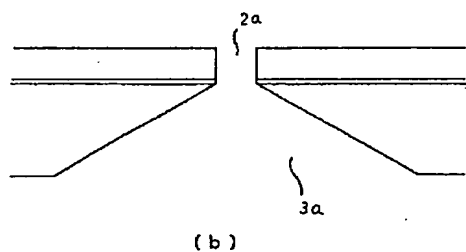
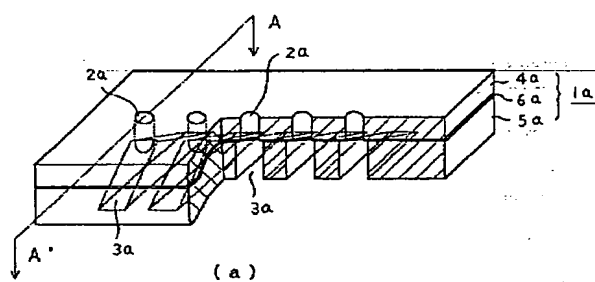


【図2】

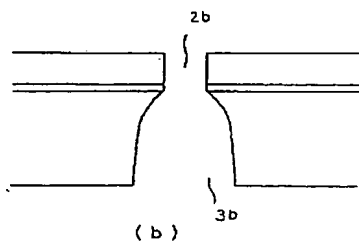
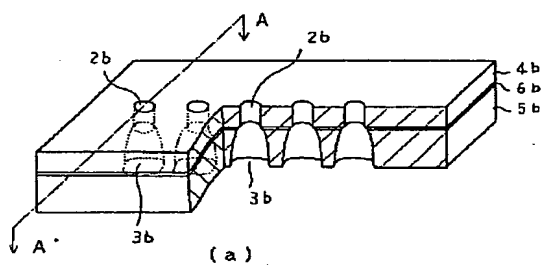


BEST AVAILABLE COPY

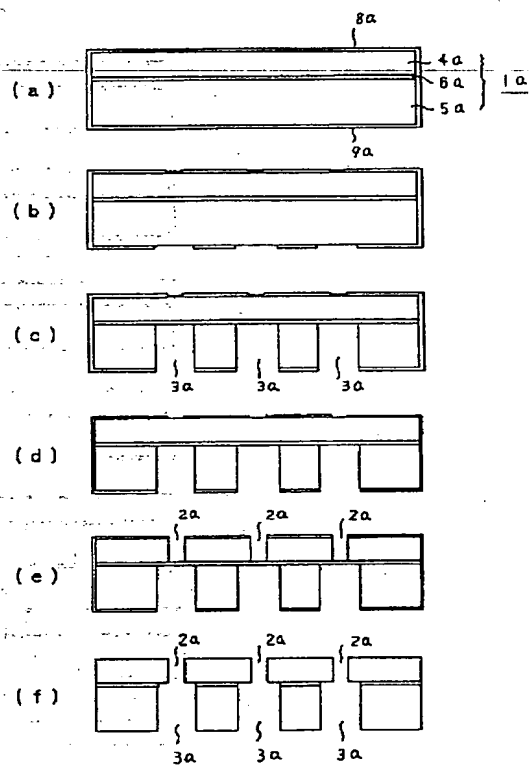
【図3】



【図5】



【図4】



【図6】

